

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-274403

(43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 07-077856

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 03.04.1995

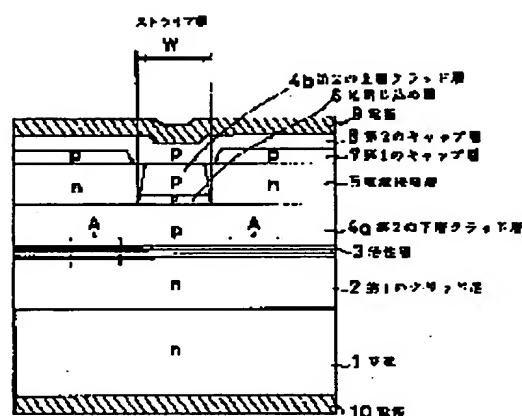
(72)Inventor : HASHITSU TOSHIHIRO

## (54) SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To limit a light intensity rate in light intensity distribution in a vertical direction by specifying a stripe width of a current path and a difference of effective refraction factor in a horizontal direction and making a light confinement coefficient per well of a quantum well structure and the number of wells in specified relation outside a stripe-like current injection region of an active layer.

CONSTITUTION: A stripe width of a current path is made 2 to 5  $\mu$ m, a difference of effective refraction factor in a horizontal direction is made  $1 \times 10^{-3}$  to  $5 \times 10^{-3}$ , and the relation between a light confinement coefficient  $\bar{\alpha}$  per well of a quantum well structure outside a stripe-like current injection region of an active layer and the number of wells is made  $\bar{\alpha} \times n > 0.09$ . Since a required light distribution region is formed in a part A outside a current injection region of an active layer 3 by MQW and a region which serves as a saturable absorber is formed, rate of light intensity in a vertical direction light intensity distribution can be limited.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3453916

[Date of registration]

25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-274403

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01S 3/18

識別記号 庁内整理番号

FI  
H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-77856

(22) 出願日 平成7年(1995)4月3日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 橋津 敏宏

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー  
株式会社内

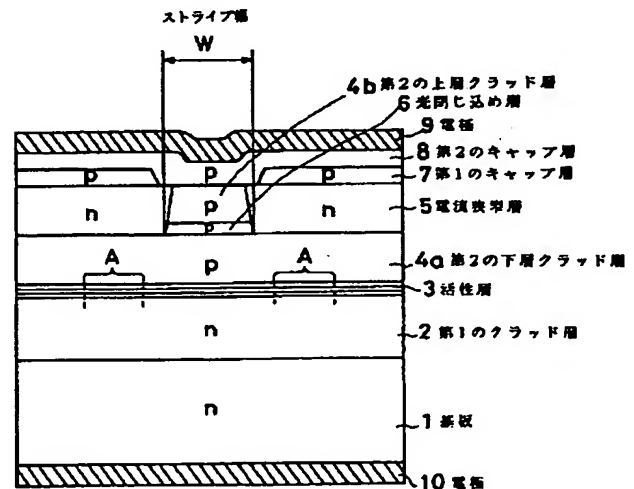
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

## (57) 【要約】

【目的】 活性層が量子井戸構造を採る半導体レーザにおいて、確実に自励発振が生じることができるようにする。

【構成】 少なくとも第1のクラッド層2と、量子井戸構造による活性層3と、第2のクラッド層4a、4bと、活性層3にストライプ状の電流注入領域を形成するストライプ状の電流通路を形成する電流狭搾層5とが形成されてなる実屈折率導波型の半導体レーザにおいて、電流通路のストライプ幅が $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 、水平方向の実効的屈折率の差が $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$ 、活性層3のストライプ状の電流注入領域より外側での上記量子井戸構造の1ウエル当たりの光閉じ込め係数 $\gamma$ と、ウエル数 $n$ とが、 $\gamma \times n > 0.09$ となるように選定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも第1のクラッド層と、量子井戸構造による活性層と、第2のクラッド層と、上記活性層にストライプ状の電流注入領域を形成するストライプ状の電流通路を形成する電流狭搾層とが形成されてなる実屈折率導波型の半導体レーザにおいて、

上記電流通路のストライプ幅が  $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 、  
水平方向の実効的屈折率の差が  $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$ 、

上記活性層のストライプ状の電流注入領域より外側での  
上記量子井戸構造の1ウエル当たりの光閉じ込め係数  $\gamma$   
と、ウエル数  $n$  とが、 $\gamma \times n > 0.09$  としたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 ストライプ状電流通路が、その両側に上記電流狭搾層が配置されて形成され、上記電流狭搾層によって挟まれた上記電流通路に、光閉じ込め層が形成されてなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体レーザに係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 コンパクトディスク、レーザディスク等の光ディスク用とか、通信用の半導体レーザにおいて、そのシステムの光学系から反射されたレーザ光が半導体レーザ自身に戻ることににより、半導体レーザの発振状態が不安定になる現象いわゆる戻り光誘起雑音の増大が問題となる。

【0003】 このような戻り光誘起雑音の低減化をはかる方法としては、一般に半導体レーザの駆動において、高周波重畳を行ってパルス発光を行わせるという回路的に対処する方法が採られている。一方、半導体レーザ自体に自励発振を起こさせる構成とするものの提案もなされている。これら、回路的方法、半導体レーザにおける自励発振によるもののいずれのものも、半導体レーザの発振波長スペクトルをマルチモード化し、かつスペクトル線幅の拡大をはかるものである。

【0004】 しかしながら、上述の回路的方法による場合は、回路内に高周波回路が必要となることから、構成の複雑化、システムの大形化を来すのみならず、価格の低減化が充分にはかれないという多くの問題が生じる。

【0005】 これに対し、半導体レーザにおける自励発振構成を採る場合は、上述した回路的方法に比し、格段に構成の簡略化、小型化、価格の低減化をはかることができる。この半導体レーザにおいて自励発振を生じさせる条件は、その活性層に対するストライプ状の電流注入領域の幅を  $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$  とし、その水平方向の実効屈折率差を  $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$  に選定する。

【0006】 とところで、半導体レーザにおいて、そのし

きい値電流  $I_{th}$  の低減化、したがって低消費電力化をはかるに、活性層を量子井戸構造とすることが考えられる。ところが、このように活性層を量子井戸構造とする半導体レーザの場合、上述した電流注入領域の幅、水平方向の実効屈折率差の選定によっても自励発振を起こさせることができない。これは、量子井戸構造では、その量子井戸幅（量子井戸を構成する薄膜半導体層の厚さ）を  $20\text{nm}$  以下としなければならないものであり、この場合、自励発振を起こさせるための可飽和吸収体としての効果が小さく上述の条件の選定のみでは、自励発振がなされない場合が生じ、縦モードが利得ガイドレーザと同様のマルチモードとなったり、或いはシングルモードとなる場合がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、活性層が量子井戸構造を採る半導体レーザにおいて、確実に自励発振が生じることができるようにした半導体レーザを提供する。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、少なくとも第1のクラッド層と、量子井戸構造による活性層と、第2のクラッド層と、上記活性層にストライプ状の電流注入領域を形成するストライプ状の電流通路を形成する電流狭搾層とが形成されてなる実屈折率導波型の半導体レーザにおいて、電流通路のストライプ幅が  $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 、水平方向の実効的屈折率の差が  $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$ 、活性層のストライプ状の電流注入領域より外側での上記量子井戸構造の1ウエル当たりの光閉じ込め係数  $\gamma$  と、ウエル数  $n$  とが、下記（数1）となるように選定する。

## 【0009】

【数1】  $\gamma \times n > 0.09$

## 【0010】

【作用】 本発明構成では、上記（数1）の特定によって、活性層におけるストライプ状の電流注入領域の外側での垂直方向光強度分布における光強度の割合を制限するものであり、このようにすることによって量子井戸構造による活性層の電流注入領域の外側において可飽和吸収体としての動作を確実に生じさせることができ、自励発振動作がなされる。

## 【0011】

【実施例】 図面を参照して本発明による半導体レーザの実施例を詳細に説明する。本発明による半導体レーザは、実屈折率導波型の半導体レーザであって、この例においては、図1にその一実施例の概略断面図を示すように、第1導電型例えばn型のGaAs基板1上に、基板1と同導電型のn型の第1のクラッド層2と、量子井戸構造例えば多重量子井戸構造（MQW）による活性層3と、第2導電型例えばp型の第2の下層クラッド層4aとが形成され、その上の両側部に第1導電型の例えばn

型の電流狭窄層5が形成され、これら電流狭窄層5間に光閉じ込め層6と、さらにこれの上に第2の上層クラッド層4bが形成されてなる。電流狭窄層5上と、第2の上層クラッド層4b上にはそれぞれ第2導電型の第1および第2のキャップ層7および8が形成され、これの上に一方の電極9がオーミックに被着形成され、基板1の裏面には他方の電極10がオーミックに被着形成される。

【0012】そして、本発明による半導体レーザは、上述したように実屈折率導波型とされるものであって、これがため電流狭窄層5は活性層3からの発振光を吸収することのない、すなわち活性層3のウエル層のエネルギーバンドギャップより大なるバンドギャップを有する化合物半導体によって構成する。

【0013】また、本発明においては、電流狭窄層5によって挟みこまれて形成される電流通路のストライプ幅が $2\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ とし、活性層3における水平方向の実効的屈折率の差を $1\times 10^{-3}\sim 5\times 10^{-3}$ とし、活性層3のストライプ状の電流注入領域より外側での上記量子井戸構造の1ウエル当たりの光閉じ込め係数 $\gamma$ と、ウエル数 $n$ とが、 $\gamma\times n>0.09$ の関係にあるようにする。

【0014】更に、上述の本発明による半導体レーザを詳細に説明するが、その理解を容易にするために、その製造手順を図2～図5を参照して説明する。先ず、図2に示すように、この例においては、第1導電型例えばn型のGaAs基板1上に、例えばMOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition)によって第1の連続エピタキシャル成長を行う。この第1の連続エピタキシャル成長は、図示しないが必要に応じてバッファ層をエピタキシーし、続いて基板1と同導電型のn型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ よりなる第1のクラッド層2と、MQWによる活性層3と、第2導電型例えばp型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ よりなる第2の下層クラッド層4aと、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ よりなり後述するウェットエッチングのエッチングストップとしての機能を有する光閉じ込め層6と、これと同導電型を有し $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ よりなる第2の上層クラッド層4bとを順次エピタキシャル成長する。

【0015】光閉じ込め層6は、クラッド層4bよりそのAl量が小にすなわち、 $x>y$ 、例えば、上述の構成において、 $x=0.47$ 、 $y=0.3$ に選定される。

【0016】この第1のエピタキシャル成長の後に、図3に示すように、第2導電型の上層クラッド層4bに対し、その中央部において、図3の紙面と直交する方向に延びるストライプ状にエッチングレジスト（図示せず）を形成し、このレジストによって覆われている部分をストライプ状に残し、その両側の上層クラッド層4bをウェットエッチングによって除去する。このときのエッチングは、クラッド層4bに比し、その下層の光閉じ込め

層6のAl添加量が小であることを利用して、Al添加量の小さな $\text{AlGaAs}$ に対して低いエッチングレートを示すエッチングによって行う。つまり、エッチングレジストをマスクとしてクラッド層4bに対するエッチングを行うとき、光閉じ込め層6をエッチングストッパーとして機能させ、そのエッチングが光閉じ込め層6に達することによってエッチング速度が低下した位置でエッチングを停止するものであり、このようにすることによってクラッド層4bのみの選択的エッチングを行う。

【0017】次に、この外部に露呈した光閉じ込め層6をエッチング除去する。このようにして、光閉じ込め層6とこれの上に形成された第2の上層クラッド層4bによってストライプ状の最終的に電流通路となる突起を形成する。次に、この突起上のエッチングレジストを除去し、図4に示すように、第2のエピタキシャル成長を行う。この第2のエピタキシャル成長は、ストライプ状突起の両側のエッチング溝を埋込むように第1の導電型のn型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ よりなる電流狭窄層5と、続いてこれの上に例えばGaAsよりなる第2導電型の第1のキャップ層7を同様に例えばMOCVDによってエピタキシーする。

【0018】図5に示すように、第2の上層クラッド層4b上の第1のキャップ層7と電流狭窄層5とを、例えばクラッド層4bの表面を一部エッチングするように選択的にエッチングする。

【0019】その後、第3のエピタキシャル成長を行って、図1に示すように、外部に露呈した電流通路を構成する第2の上層のクラッド層4b上に差し渡って同様に第2の導電型の例えばp型のGaAsよりなる第2のキャップ層8を例えば全面的にエピタキシーする。

【0020】そして、第2のキャップ層8上に一方の電極、この例ではp側の電極9をオーミックに被着する。基板1の裏面には、この例ではn側の電極10がオーミックに被着される。

【0021】活性層3のMQW構造部は、例えば、ウエル層を $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ により、バリア層を $\text{Al}_u\text{Ga}_{1-u}\text{As}$ とする。

【0022】そして、上述の構成において、 $x>y>z$ 、 $x>u>z$ とする。このようにすることによって光閉じ込め層6による水平方向の実効屈折率差を生じさせ、更に活性層3からの発振光が電流狭窄層に吸収されることがない実効屈折率導波路構成となるようにする。

【0023】この構成において、前述したように、図1に示すストライプ幅 $W$ （電流通路すなわちこの電流狭窄層間の下端の幅）は $2\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ とし、主として光閉じ込め層6の存在によって活性層3に生じる実効的屈折率の差 $\Delta n$ 、すなわち活性層3の電流注入領域とこれより外側の実効屈折率の差 $\Delta n$ を $1\times 10^{-3}\sim 5\times 10^{-3}$ とする。また、活性層3を構成するMQWの1ウエル当たりの光閉じ込め係数 $\gamma$ と、ウエル数 $n$ とを、 $\gamma\times n>$

0.09とする。

【0024】この構成において、電極9および10間に所定の順方向電圧を印加することによって自励発振が生じた。これは、図1で示すMQWによる活性層3の電流注入領域より外側部Aに所要の光分布領域が形成されて可飽和吸収体として動作する領域が形成されたことに因る。

#### 【0025】実施例1

上述の図1の構成において、第2の上層クラッド層4bの厚さを1.5 $\mu$ mとし、第2の下層クラッド層4aの厚さを0.25 $\mu$ mとし、光閉じ込め層6の厚さを70nmとし、ストライプ幅を3 $\mu$ mとした。また、活性層3を3層のウエルを有するMQW構造とし、このMQWを挟んでその上下に厚さ50nmのガイド層をエピタキシーした。そして、MQWのウエル数nは3とし、このウエルは、厚さ10nmの $Al_{0.12}Ga_{0.88}As$ 薄膜層とし、バリア層は厚さ5.5nmの $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ の薄膜層とし、ガイド層は厚さ50nmの同様の $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ 薄膜層とした。図6は、この実施例1におけるエネルギーバンドモデル図の伝導帯の下端を示したものである。この実施例1による半導体レーザは、 $\Delta n = 3 \times 10^{-3}$ となり、 $\gamma \times n = 0.033 \times 3 = 0.099$ となる。そして、この半導体レーザでは自励発振が生じた。

#### 【0026】実施例2

実施例1と同様の構成とするものの、この実施例では光閉じ込め層6の厚さを90nmとし、活性層3のウエル数を4層とした。この実施例2による半導体レーザは、 $\gamma \times n$ が $0.036 \times 4 = 0.144$ となり、自励発振が生じた。

#### 【0027】実施例3

実施例1と同様の構成とするものの、この実施例では光閉じ込め層6の厚さを65nmとし、活性層3のウエル数を4層とし、各ウエルの厚さを7nmとした。この実施例3による半導体レーザは、 $\gamma \times n$ が $0.023 \times 4 = 0.092$ となり、この半導体レーザにおいても自励発振が生じた。

#### 【0028】比較例1

上述の実施例1と同様の構成によるものの、この比較例1では光閉じ込め層の厚さを55とし、活性層3のウエル数を3層とし、各ウエルの厚さを7nmとした。この比較例1による半導体レーザは、 $\gamma \times n$ が $0.022 \times 3 = 0.066$ となり、この半導体レーザにおいても自励発振が生じなかった。

#### 【0029】比較例2

上述の実施例1と同様の構成によるものの、この比較例2では光閉じ込め層の厚さを50とし、活性層3のウエル数を2層とし、各ウエルの厚さを10nmとした。この比較例1による半導体レーザは、 $\gamma \times n$ が $0.030 \times 2 = 0.060$ となり、この半導体レーザにおいても

自励発振が生じなかった。

【0030】上述の実施例1～3および比較例1および2の各部の構成と、水平方向の実効屈折率の差 $\Delta n$ 、 $\gamma \times n$ の各値と、自励発振の可(○印)、不可(×)とを下記表1に列記する。

#### 【0031】

##### 【表1】

【0032】すなわち、上述した本発明構成によれば、活性層3に図1において領域Aをもって示すように、電流狭窄層5によって規制された電流通路からの電流注入領域より外側において、所要の光分布領域を形成することができ、此処に可飽和吸収体領域を形成することができることによって自励発振を生じさせることができるものである。

【0033】尚、本発明による半導体レーザは上述した例に限られるものではなく、種々の変形変更を行うことができる。例えば、図7AおよびBに示すように、第2の下層クラッド層4a、第2の上層クラッド層4b、電流狭窄層5を異なるAl組成とし、第2の上層クラッド層4bと電流狭窄層5を互いに異なるAl組成とすることができ、この場合図7Bに示すように、光閉じ込め層6を省略することができる。図7AおよびBにおいて、図1と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略するが、図7Aに示す例では、第2の下層クラッド層4aが $Al_xGa_{1-x}As$ により構成され、第2の上層クラッド層4bが $Al_{x1}Ga_{1-x1}As$ により構成され、電流狭窄層5が $Al_{x2}Ga_{1-x2}As$ により構成され、光閉じ込め層6が $Al_yGa_{1-y}As$ により構成され、 $x_1 \geq y$ 、 $x_2 > y$ としたものである。図7Bにおいては、第2の下層クラッド層4a、第2の上層クラッド層4b、電流狭窄層5を図7Bと同様に異なるAl組成とし、第2の上層クラッド層4bと電流狭窄層5を互いに異なるAl組成とするものであるが、この場合 $x_2 > x_1$ であって光閉じ込め層6を省略している。

【0034】また、本発明による半導体レーザの構造は、上述した各例に限定されるものではなく、例えば図8Aに示すように、光閉じ込め層6や、キャップ層7を電流狭窄層5上に跨がって全面的に形成するとか、図8Bに示すように、電流狭窄層を省略する構成とすることもできる。図8AおよびBにおいて、図1および図7A、Bと対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0035】また、図示の例では第1導電型がn型で、第2導電型がp型である場合を示したものであるが、これと逆導電型に選定するとか、上述の構成に限られるものではなく、例えば上述の構成において第2のキャップ層8を省略するなどの変形変更を行うことができる。

#### 【0036】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、消費電力の低減化をはかって活性層において、MQW構成を

7

とった場合において、確実に自励発振がなされる半導体レーザを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体レーザの一実施例の概略断面図である。

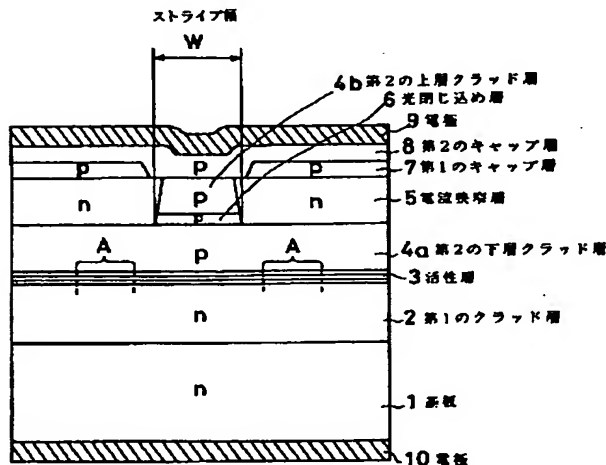
【図2】本発明による半導体レーザの一実施例を説明するに供するその一製造方法の一工程における概略断面図である。

【図3】本発明による半導体レーザの一実施例を説明するに供するその一製造方法の一工程における概略断面図である。

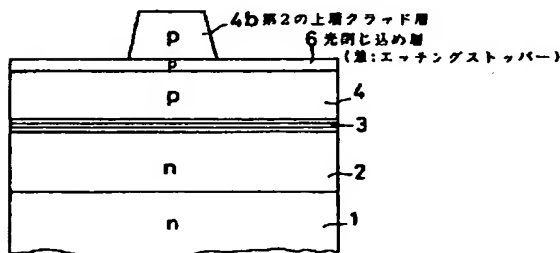
【図4】本発明による半導体レーザの一実施例を説明するに供するその一製造方法の一工程における概略断面図である。

【図5】本発明による半導体レーザの一実施例を説明するに供するその一製造方法の一工程における概略断面図である。

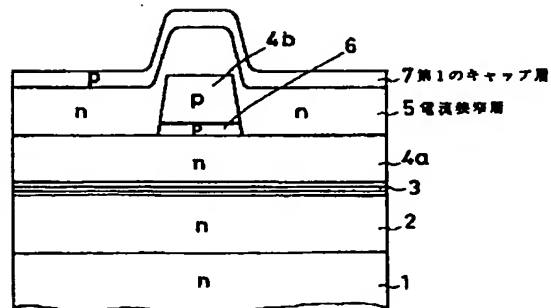
【図1】



【図3】



【図4】



8

【図6】本発明による半導体レーザの実施例1の活性層近傍のエネルギーバンドのモデル図である。

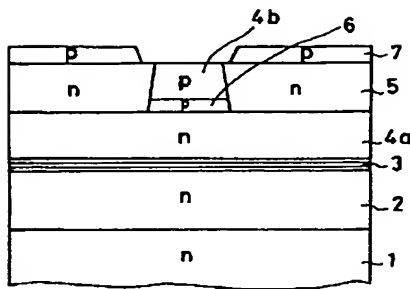
【図7】Aは本発明による半導体レーザの他の実施例の概略断面図である。Bは本発明による半導体レーザの他の実施例の概略断面図である。

【図8】Aは本発明による半導体レーザの他の実施例の概略断面図である。Bは本発明による半導体レーザの他の実施例の概略断面図である。

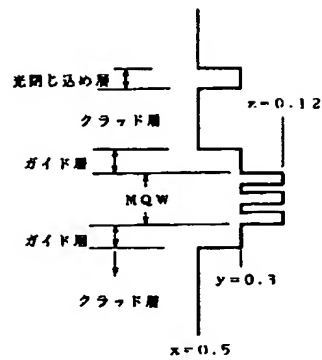
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 第1のクラッド層
- 3 活性層
- 4 a 第2の下層クラッド層
- 4 b 第2の上層クラッド層
- 5 電流狭窄層
- 6 光閉じ込め層
- A 可飽和吸収体領域

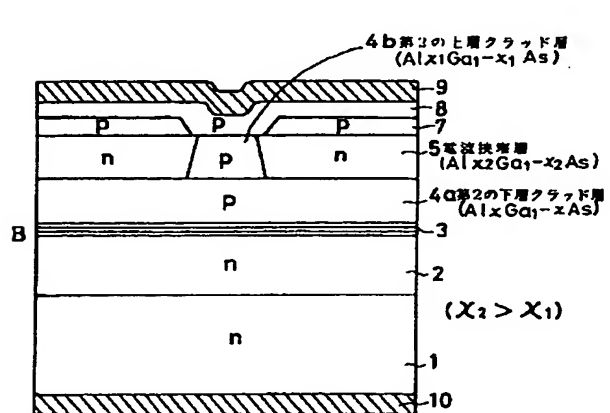
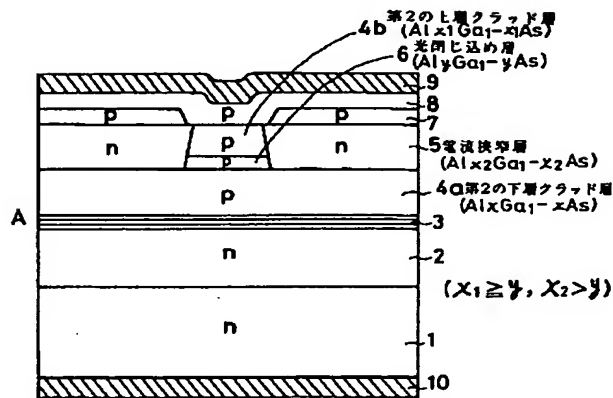
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

